

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-245299

(43) 公開日 平成9年(1997)9月19日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 8 G 1/16			G 0 8 G 1/16	E
B 6 0 K 31/00			B 6 0 K 31/00	Z
41/20			41/20	
G 0 8 G 1/09			G 0 8 G 1/09	S

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願平8-51829

(22) 出願日 平成8年(1996)3月8日

(71) 出願人 000003908

日産ディーゼル工業株式会社
埼玉県上尾市大字菟丁目1番地

(72) 発明者 小林 祐範

埼玉県上尾市大字菟丁目一番地 日産ディーゼル工業株式会社内

(72) 発明者 川邊 武俊

埼玉県上尾市大字菟丁目一番地 日産ディーゼル工業株式会社内

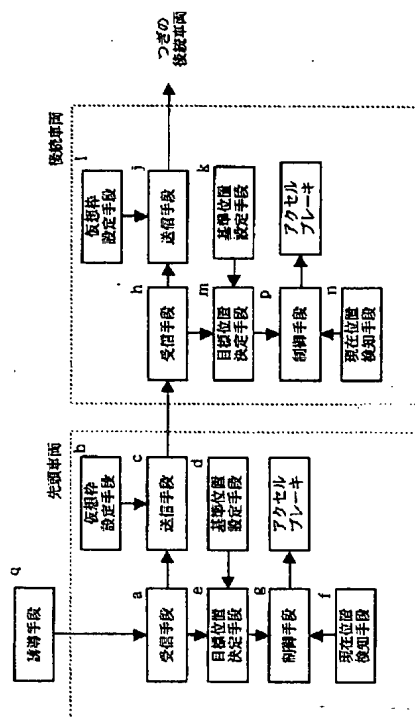
(74) 代理人 弁理士 後藤 政喜 (外1名)

(54) 【発明の名称】 車群走行制御装置

(57) 【要約】

【課題】先頭車両に複数台の後続車両が連なる車群の走行制御装置において、複雑な通信を用いることなく、原理的に車間距離の疎密波を発生しない車群走行を実現する。

【解決手段】車群を構成する車両毎に仮想枠を設定する手段b、iと、先頭車両の仮想枠先端位置の移動を誘導する手段q、aと、自車の仮想枠先端位置と仮想枠の設定長さから自車の仮想枠後端位置をつぎの後続車両へ通信する手段c、h、jと、車両毎に仮想枠内の基準位置を設定する手段d、kと、自車の仮想枠先端位置と基準位置とから現在の目標位置を確定する手段e、mと、車両毎に実際の現在位置を検知する手段f、nと、車両毎に実際の現在位置を現在の目標位置に一致させるように自車のアクセルおよびブレーキを制御する手段g、pを設ける。



【特許請求の範囲】

【請求項1】先頭車両に複数台の後続車両が連なる車群の走行制御装置において、先頭車両に仮想枠先端位置の誘導信号を受信する手段と、自車の仮想枠を設定する手段と、仮想枠先端位置と仮想枠の設定長さから自車の仮想枠後端位置をつぎの後続車両へ送信する手段と、仮想枠内の基準位置を設定する手段と、仮想枠先端位置と仮想枠内の基準位置とから現在の目標位置を求める手段と、自車の実際の現在位置を検知する手段と、自車の実際の現在位置を現在の目標位置に一致させるようにアクセルおよびブレーキを制御する手段を設け、各後続車両に直前の先行車両から送信されるその仮想枠後端位置を受信する手段と、自車の仮想枠を設定する手段と、直前の先行車両の仮想枠後端位置を自車の仮想枠先端位置とみなしてこれに仮想枠の長さを加える自車の仮想枠後端位置をつぎの後続車両へ送信する手段と、仮想枠内の基準位置を設定する手段と、自車の仮想枠先端位置とその枠内の基準位置とから現在の目標位置を求める手段と、自車の実際の現在位置を検知する手段と、自車の実際の現在位置を現在の目標位置に一致させるようにアクセルおよびブレーキを制御する手段を設け、車群の外部から先頭車両へその仮想枠先端位置の誘導信号を送信する手段を設けたことを特徴とする車群走行制御装置。

【請求項2】各車両の現在位置を検知する手段として、車線に沿って路面上を等間隔に配置される磁気ネイルと、磁気ネイルから磁気パルスを検出する磁気センサと、磁気センサの検出パルスを積算するパルスカウンタを設けたことを特徴とする請求項1に記載の車群走行制御装置。

【請求項3】各車両の現在位置を検知する手段として、GPS受信装置を設けたことを特徴とする請求項1に記載の車群走行制御装置。

【請求項4】先頭車両の仮想枠先端位置の誘導信号を送信する手段として、仮想枠先端を経時的に位置指定する基地局と、その指令を先頭車両に通信する送信装置を設けたことを特徴とする請求項1に記載の車群走行制御装置。

【請求項5】各車両の仮想枠を設定する手段は、制御精度として実際の現在位置と現在の目標位置との標準偏差を求める手段と、その標準偏差に応じて仮想枠の長さを補正する手段を備えたことを特徴とする請求項1に記載の車群走行制御装置。

【請求項6】各車両の仮想枠を設定する手段は、人為的に設定値を変化させる手段を備えたことを特徴とする請求項1に記載の車群走行制御装置。

【請求項7】各車両の仮想枠を設定する手段は、車速を検出する車速センサと、仮想枠の設定値を車速に応じた長さに補正する手段を設けたことを特徴とする請求項1に記載の車群走行制御装置。

【請求項8】各車両の仮想枠を設定する手段は、自車の

総重量を検出する荷重センサと、仮想枠の設定値を自車の総重量に応じた長さに補正する手段を設けたこと特徴とする請求項1に記載の車群走行制御装置。

【請求項9】各車両の仮想枠を設定する手段は、自車のタイヤと路面との摩擦係数を求める手段と、仮想枠の設定値を摩擦係数に応じた長さに補正する手段を設けたこと特徴とする請求項1に記載の車群走行制御装置。

【請求項10】各車両の仮想枠を設定する手段は、路面の傾斜を検出する勾配センサと、仮想枠の設定値を路面の勾配に応じた長さに補正する手段を備えたことを特徴とする請求項1に記載の車群走行制御装置。

【請求項11】各車両の仮想枠を設定する手段は、エンジンのアクセル開度を検出するアクセル開度センサと、車速を検出する車速センサと、これらの検出信号から下坂走行を判定する手段と、その下坂判定時に仮想枠の設定値の長さを大きく補正する手段を設けたこと特徴とする請求項1に記載の車群走行制御装置。

【請求項12】各車両の仮想枠を設定する手段は、雨滴を感知する雨感知センサと、その検出信号に基づいて降雨状態を判定すると仮想枠の設定値の長さを大きく補正する手段を設けたことを特徴とする請求項1に記載の車群走行制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は車群の走行制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】道路利用効率の向上や運転者の負担軽減などを図るため、先頭車両に複数台の後続車両が1列に連なる接近追走を行う車群の自動運転に関する制御技術として従来から、図23のような4つの方式が知られている（『スーパースマートビークルシステムの開発と関連技術に関する調査研究報告書』 財団法人機械システム振興協会 平成5年3月発行）。図23（a）～図23（d）において、1は車群の先頭車両（プラトーンリーダーと称する）、2は先頭車両に連なる後続車両を表す。

【0003】図23（a）の方式では、各後続車両2は直前の先行車両との車間距離を計測し、これら計測値に基づいて、望ましい車間距離（目標値）を維持するようにアクセルおよびブレーキを制御する。図23（b）の方式では、前後の車両間に車々通信が採用され、各後続車両2は直前の先行車両との車間距離（計測値）と同じく先行車両からの走行情報とから、望ましい車間距離を維持するようにアクセルおよびブレーキを制御する。

【0004】図23（c）の方式では、車群全体の車々間通信により、各後続車両2は直前の先行車両の走行情報に加えて先頭車両1からも走行情報が与えられ、これらを直前の先行車両との車間距離（計測値）に絡めて、望ましい車間距離を維持するようにアクセルおよびブレーキを制御する。図23（d）の方式では、車群の走行

状態を総合的に管理する集中司令室3が設けられ、各車両は直前の先行車両と車々間通信で走行情報をやり取りしながら、集中司令室3の誘導指令に従ってアクセルおよびブレーキを制御する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところが、図23(a)、図23(b)の方式では、先頭車両1に連なる各後続車両2において、自車のアクセルおよびブレーキを制御する車間調整に先行車両の速度変動が影響するため、車群の車両台数が多くなると、これらの車間距離に疎密波（例えば、制動時などのショックウェーブ）が大きく発生する可能性があった。この疎密波は各車両の性能や特性に差がある場合に大きく現れやすい。そのため、疎密波の分だけ車間距離の目標値を余計に設定せざるを得ないという不具合があった。

【0006】図23(c)、図23(d)の方式では、先頭車両1の走行情報も含めて制御するので、車間距離の疎密波はある程度小さく抑えられるが、複雑な通信を要するという不具合があった。また、図23(d)の方式では、車間調整を行いながら車群の走行状態を総合的に管理しなければならず、これには各車両の特性や性能を把握することも必要なため、集中指令室3を含む制御系の設計が非常に難しいという不具合もあった。

【0007】この発明はこのような問題点に着目してなされたもので、複雑な通信を用いることなく、原理的に車間距離の疎密波を発生しない車群走行制御装置の提供を目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】第1の発明では、図24のように先頭車両に複数台の後続車両が連なる車群の走行制御装置において、先頭車両に仮想枠先端位置の誘導信号を受信する手段aと、自車の仮想枠を設定する手段bと、仮想枠先端位置と仮想枠の設定長さから自車の仮想枠後端位置をつぎの後続車両へ送信する手段cと、仮想枠内の基準位置を設定する手段dと、仮想枠先端位置と仮想枠内の基準位置とから現在の目標位置を求める手段eと、自車の実際の現在位置を検知する手段fと、自車の実際の現在位置を現在の目標位置に一致させるようにアクセルおよびブレーキを制御する手段gを設け、各後続車両に直前の先行車両から送信されるその仮想枠後端位置を受信する手段hと、自車の仮想枠を設定する手段iと、直前の先行車両の仮想枠後端位置を自車の仮想枠先端位置とみなしてこれに仮想枠の長さを加える自車の仮想枠後端位置をつぎの後続車両へ送信する手段jと、仮想枠内の基準位置を設定する手段kと、自車の仮想枠先端位置とその枠内の基準位置とから現在の目標位置を求める手段mと、自車の実際の現在位置を検知する手段nと、自車の実際の現在位置を現在の目標位置に一致させるようにアクセルおよびブレーキを制御する手段pを設け、車群の外部から先頭車両へその仮想枠先端位

置の誘導信号を送信する手段qを設ける。

【0009】第2の発明では、第1の発明における各車両の現在位置を検知する手段f、nとして、車線に沿って路面上を等間隔に配置される磁気ネイルと、磁気ネイルから磁気パルスを検出する磁気センサと、磁気センサの検出パルスを積算するパルスカウンタを設ける。

【0010】第3の発明では、第1の発明における各車両の現在位置を検知する手段f、nとして、GPS受信装置を設ける。

【0011】第4の発明では、第1の発明における先頭車両の仮想枠先端位置の誘導信号を送信する手段qとして、仮想枠先端を経時的に位置指定する基地局と、その指令を先頭車両に通信する送信装置を設ける。

【0012】第5の発明では、第1の発明における各車両の仮想枠を設定する手段b、iは、制御精度として実際の現在位置と現在の目標位置との標準偏差を求める手段と、その偏差値に応じて仮想枠の長さを補正する手段を備える。

【0013】第6の発明では、第1の発明における各車両の仮想枠を設定する手段b、iは、人為的に設定値を変化させる手段を備える。

【0014】第7の発明では、第1の発明における各車両の仮想枠を設定する手段b、iは、車速を検出する車速センサと、仮想枠の設定値を車速に応じた長さに補正する手段を備える。

【0015】第8の発明では、第1の発明における各車両の仮想枠を設定する手段b、iは、自車の総重量を検出する荷重センサと、仮想枠の設定値を自車の総重量に応じた長さに補正する手段を備える。

【0016】第9の発明では、第1の発明における各車両の仮想枠を設定する手段b、iは、自車のタイヤと路面との摩擦係数を求める手段と、仮想枠の設定値を摩擦係数に応じた長さに補正する手段を備える。

【0017】第10の発明では、第1の発明における各車両の仮想枠を設定する手段b、iは、路面の傾斜を検出する勾配センサと、仮想枠の設定値を路面の勾配に応じた長さに補正する手段を備える。

【0018】第11の発明では、第1の発明における各車両の仮想枠を設定する手段b、iは、エンジンのアクセル開度を検出するアクセル開度センサと、車速を検出する車速センサと、これらの検出信号から下坂走行を判定する手段と、その下坂判定時に仮想枠の設定値の長さを大きく補正する手段を備える。

【0019】第12の発明では、第1の発明における各車両の仮想枠を設定する手段b、iは、雨滴を感知する雨感知センサと、その検出信号に基づいて降雨状態を判定すると仮想枠の設定値の長さを大きく補正する手段を備える。

【0020】

【作用】第1の発明によれば、先頭車両は車群の外部か

ら仮想枠先端位置の誘導信号を受信すると、その仮想枠先端位置に自車の設定仮想枠の長さを加える仮想枠後端位置をつぎの後続車両へ送信する。これと同時に自車の実際の現在位置を検知する一方で、自車の仮想枠先端位置と設定基準位置とから現在の目標位置を求め、実際の現在位置を現在の目標位置と一致させるようにアクセルおよびブレーキを介して自車の加減速を制御する。

【0021】各後続車両は直前の先行車両から受信する仮想枠後端位置を自車の仮想枠先端位置とみなして自車の設定仮想枠の長さを加える自車の仮想枠後端位置をつぎの後続車両へ送信する。これと同時に自車の実際の現在位置を検知する一方で、自車の仮想枠先端位置と設定基準位置とから現在の目標位置を求め、実際の現在位置を現在の目標位置と一致させるようにアクセルおよびブレーキを介して自車の加減速を制御する。

【0022】したがって、各車両の仮想枠は1列に連結され、車群の外部からの誘導信号により、先頭車両の仮想枠先端位置が移動すると1列の連結状態を維持しながら全体が一緒に移動する。各車両は自車の仮想枠内で目標位置の移動に伴って走行制御され、先行車両の速度変動に影響を受けないため、車群を構成する車両台数が多くなっても、外部から先頭車両への誘導信号を受けて順次後側へ簡単な車々間通信を行うのみで、車間距離の変動（疎密）を小さく抑えられる。また、自車のみを対象に車間調整の制御系を組めば良いので、その設計も容易になる。

【0023】第2の発明によれば、各車両毎にその磁気パルスを積算することにより、車群走行制御中の走行距離に相当する自車の現在位置を検知できる。

【0024】第3の発明によれば、各車両毎にGPS受信装置により自車の現在位置を検知できる。GPS受信装置として既存のカーナビゲーションの利用も可能になる。

【0025】第4の発明によれば、送信装置が道路に沿って基地局の誘導信号を通信するため、道路に沿う広い誘導範囲を1つの基地局で賄うことが可能になる。

【0026】第5の発明によれば、各車両毎に車群走行制御の精度にバラツキを生じても、標準偏差に応じて仮想枠の設定値が補正されるため、車間距離を詰めて走行する車群の安全性を確保できる。

【0027】第6の発明によれば、積載量など車両の動特性変化に対処して仮想枠の長さなど設定値を人為的に調整できる。例えば、車両の積荷状態のときに仮想枠の長さを大きく設定することにより、車間距離を空荷状態のときよりも大きく取って安全に走行することが可能になる。

【0028】第7の発明によれば、先頭車両の仮想枠先端位置の誘導信号がその単位あたりの移動量（車速指令）が変化しても、各車両毎に自車の仮想枠の設定値が車速に応じた長さに補正されるため、安全な制動距離を

適切に確保できる。

【0029】第8の発明によれば、積載量などから車両の総重量が変化しても、各車両毎に仮想枠の長さが補正されるため、安全な制動距離を適切に確保できる。

【0030】第9の発明によれば、天候などの要因でタイヤと路面との摩擦係数が変化しても、各車両毎に仮想枠の設定値が摩擦係数に応じた長さに補正されるため、安全な制動距離を適切に確保できる。

【0031】第10の発明によれば、各車両毎に仮想枠の設定値が路面の勾配に応じた長さに補正されるため、登坂走行時に車間距離を縮め、下坂走行時に車間距離を大きく取って走行することが可能になる。

【0032】第11の発明によれば、下坂に際して各車両毎に仮想枠の設定値の長さが大きく補正されるため、安全な制動距離を適切に確保できる。

【0033】第12の発明によれば、路面摩擦力が低下する雨天走行時に各車両毎に仮想枠の設定値が降雨状態に応じた長さに大きく補正されるため、安全な制動距離を適切に確保できる。

【0034】

【発明の実施の形態】図1、図2において、30は車群の先頭車両（プラトーンリーダー）、31は同じく複数の後続車両で、これら車群の走行を誘導する道路施設として位置指定局1（基地局）およびその誘導指令を道路に沿って通信する送信装置2（漏洩波ケーブルなど）が設置される。また、路面上を等間隔に多数の磁気ネイル5が埋設される。各車両にはそれぞれ自車の加減速を自動的に制御するため、エンジンのアクセル開度および車両のブレーキ状態を調整するアクチュエータ8、9が設けられ、各車両毎に所定の仮想枠とその枠内の基準位置（仮想枠先端位置からの離間距離で与える）が設定される。

【0035】先頭車両30は位置指定局1の送信装置2から誘導指令として仮想枠先端位置 P_0 の指定信号を受信するための車載受信機3と、自車の仮想枠を格納する仮想枠設定手段11と、仮想枠先端位置 P_0 と仮想枠の設定長さ L_0 とから $P_0 + L_0$ を仮想枠後端位置としてつぎの後続車両へ通信するための車載送信機12と、仮想枠内の基準位置を格納する基準位置設定手段13と、仮想枠先端位置 P_0 と基準位置の設定値とから現在の目標位置 Δ を求める目標位置確定手段4を備える。

【0036】自車の実際の現在位置を検知する手段として、路面上の磁気ネイル5から磁気パルスを検出する磁気センサ6と、その検出パルスを積算するパルスカウンタ7が設けられ、この積算値 \bullet （自車の実際の現在位置）と現在の目標位置 Δ との偏差 Δ_0 を求め、 $\Delta_0 = 0$ になるように自車のアクセルアクチュエータ9およびブレーキアクチュエータ8を制御するPID制御器10を備える。

【0037】1台目の後続車両31は先頭車両30の仮

想枠後端位置 $P_0 + L_0$ を受信する車載受信機3と、自車の仮想枠を格納する仮想枠設定手段11と、先頭車両の仮想枠後端位置 $P_0 + L_0$ を自車の仮想枠先端位置 P_1 とみなして仮想枠の設定長さ L_1 を加える自車の仮想枠後端位置 $P_1 + L_1$ を2台目の後続車両31へ通信する車載送信機12と、仮想枠 L_1 内の基準位置を格納する基準位置設定手段13と、仮想枠先端位置 P_1 と基準位置の設定値とから現在の目標位置 \star を求める目標位置確定手段4と、路面上の磁気ネイル5から磁気パルスを検出する磁気センサ6と、その検出パルスを積算するパルスカウンタ7と、この積算値 \bullet （車群走行制御中の走行距離に相当する自車の実際の現在位置）と現在の目標位置 \star との偏差 Δ_1 を求め、 $\Delta_1 = 0$ になるように自車のアクセルアクチュエータ9およびブレーキアクチュエータ8を制御するPID制御器10を備える。

【0038】2台目の後続車両31は1台目の後続車両の仮想枠後端位置 $P_1 + L_1$ を受信する車載受信機3と、自車の仮想枠を格納する仮想枠設定手段11と、先頭車両の仮想枠後端位置 $P_1 + L_1$ を自車の仮想枠先端位置 P_2 とみなして仮想枠の設定長さ L_2 を加える自車の仮想枠後端位置 $P_2 + L_2$ を3台目の後続車両（図示せず）へ通信する車載送信機12と、仮想枠 L_2 内の基準位置を格納する基準位置設定手段13と、仮想枠先端位置 P_2 と基準位置の設定値とから現在の目標位置 \star を求める目標位置確定手段4と、路面上の磁気ネイル5から磁気パルスを検出する磁気センサ6と、その検出パルスを積算するパルスカウンタ7と、この積算値 \bullet （自車の実際の現在位置）と現在の目標位置 \star との偏差 Δ_2 を求め、 $\Delta_2 = 0$ になるように自車のアクセルアクチュエータ9およびブレーキアクチュエータ8を制御するPID制御器10を備える。

【0039】3台目以降の後続車両も1台目および2段目と同様に構成され、直前の先行車両から受信する仮想枠後端位置 $P_{i-1} + L_{i-1}$ （ i は先頭車両を0とする車群の車両番号を表す）を自車の仮想枠先端位置 P_i とみなして自車の仮想枠の設定長さ L_i を加える自車の仮想枠後端位置 $P_i + L_i$ をつぎの後続車両へ通信する。また、自車の仮想枠先端位置 P_i と仮想枠内の基準位置とから現在の目標位置 \star を求める一方、路面上の磁気ネイルから磁気パルスを検出し、その検出パルスを積算することにより、車両の実際の現在位置 \bullet を確定し、現在の目標位置 \star と実際の現在位置 \bullet との偏差 Δ_i を求め、 $\Delta_i = 0$ になるように自車のアクセルおよびブレーキを制御する。

【0040】なお、図2は制御系の構成要素を先頭車両の場合と各後続車両の場合とに分けずに重ねて一緒に表すもので、両者の共通要素に同じ符号を付ける。磁気ネイル5を備えない道路においては、自車の実際の現在位置を検知するため、磁気センサ6やパルスカウンタ7に代わる手段として、GPS受信装置を搭載すると良い。

また、GPS受信装置として車両に搭載のカーナビゲーションシステムの位置情報を利用しても良い。

【0041】図3は先頭車両30の制御内容を説明するフローチャート、図4は後続車両31の制御内容を説明するフローチャートである。図3において、位置指定局1から車群の誘導指令として経時的に変化する先頭車両の仮想枠先端位置 P_0 を送信装置2を介して通信する（ステップ1）。先頭車両30はその仮想枠先端位置 P_0 を受信すると、この仮想枠先端位置 P_0 と基準位置の設定値とから現在の目標位置 \star を求める一方、磁気ネイル5から検出する磁気パルスを積算することにより、自車の実際の現在位置 \bullet を把握する（ステップ2～ステップ4）。そして、現在の目標位置との偏差 Δ_0 を求め、 $\Delta_0 = 0$ になるように自車のアクセル開度およびブレーキ状態を制御する（ステップ5～ステップ7）。これと同時に仮想枠先端位置 P_0 と仮想枠の設定長さ L_0 とから1台目の後続車両31へその仮想枠先端位置 P_1 の誘導信号として $P_0 + L_0$ を通信する（ステップ8～ステップ10）。

【0042】図4において、各後続車両31は直前の先行車両から自車の仮想枠先端位置 $P_i = P_{i-1} + L_{i-1}$ を受信すると、自車の仮想枠先端位置 P_i と仮想枠内の基準位置とから現在の目標位置 \star を求める一方、磁気ネイル5から検出する磁気パルスを積算することにより、車両の実際の現在位置 \bullet を確定し、現在の目標位置 \star と実際の現在位置 \bullet との偏差 Δ_i を求め、 $\Delta_i = 0$ になるように自車のアクセル開度およびブレーキ状態を制御する（ステップ11～ステップ16）。これと同時に仮想枠先端位置 P_i と仮想枠の設定長さ L_i とからつぎの後続車両へその仮想枠先端位置 P_{i+1} の誘導信号として $P_i + L_i$ を通信する（ステップ17～ステップ19）。

【0043】このようにして、各車両を仮想枠で車群に組み、各車両は自車の仮想枠内で実際の現在位置 \bullet が現在の目標位置 \star に一致するように速度（加減速）を制御することにより、位置指定局1からの誘導指令を受けて先頭車両30の仮想枠先端位置 P_0 が移動すると、各後続車両31も先行車両の仮想枠後端位置 $P_{i-1} + L_{i-1}$ を自車の仮想枠先端位置 P_i とみなして仮想枠と一緒に追走する。したがって、車群を構成する車両台数が増えても、先頭車両30への基地局通信と簡単な車々間通信のみで、車間距離の変動（疎密）を小さく抑えられる。また、各車両の加減速を制御する車間調整は、自車のみを対象にすれば良く、先行車両などの速度変動を考慮しなくて済むため、制御系の設計も容易になる。

【0044】各車両の仮想枠はそれぞれ車体の全長や車両性能などから適正に設定されるが、車両の動特性変化に応じて制動距離は変化する。制動距離については、制動距離を $S \text{ [m]}$ 、空走時間を $t_0 \text{ [s]}$ 、制動初期速度を $v_0 \text{ [m/s]}$ 、減速度を $\alpha \text{ [m/s}^2\text{]}$ とすると、 $S = t_0 \cdot v_0 + (v_0^2 / 2\alpha)$ になる。ここで、

減速度 α は、ブレーキ力を F_b [N]、車両総重量を W [kg]、重力加速度を g [m/s²]、路面の傾きを θ [rad]とすると、 $\alpha = (F_b / W) - g \cdot \sin \theta$ で表される。また、ブレーキ力 F_b は、各車輪の荷重を w_i [kg]、タイヤと路面との摩擦係数を μ_b とすると、 $F_b = \mu_b \cdot w_i$ で表される。これらの関係式から制動距離の式を書き直すと、 $S = t_0 \cdot v_0 + 1/2 \cdot |v_0^2 \cdot W / (\mu_b \cdot w_i - W \cdot g \cdot \sin \theta)|$ になる。

【0045】そのため、図5においては、各車両に自車の車速を検出する車速センサ14が設けられ、仮想枠設定手段11は自車の設定値を車速センサ14の検出値に応じた長さ L_0 、 L_i に変更する補正機能が付加される。そして、先頭車両30が位置指定局1からの誘導指令を受信すると、図6、図7のように各車両毎に仮想枠の設定値を車速に応じた長さ L_0 、 L_i に変更する処理（ステップ8、ステップ9、ステップ18、ステップ19）を行い、これに基づき図3、図4と同じく車々間通信と自車の加減速を制御する。位置指定局1の誘導指令は道路状況（高速道路と一般道路との差など）に応じて先頭車両30への仮想枠先端位置 P_0 の単位時間あたりの移動量（つまり、車速）を変化させることが考えられるが、そのような場合にも各車両は仮想枠の設定値が車速に応じた長さ L_0 、 L_i に調整されるため、いつも安全な車間距離を適切に維持することが可能になる。

【0046】図8においては、各車両に自車の総重量を検出する荷重センサ15が設けられ、仮想枠設定手段11は自車の設定値を荷重センサ15の検出値に応じた長さ L_0 、 L_i に変更する補正機能が付加される。そして、先頭車両30が位置指定局1からの誘導指令を受信すると、図9、図10のように各車両毎に仮想枠の設定値を自車の総重量に応じた長さ L_0 、 L_i に変更する処理（ステップ8、ステップ9、ステップ18、ステップ19）を行い、これに基づいて図3、図4と同じく車々間通信と自車の加減速を制御する。トラックなど商用車では、積荷状態と空荷状態で車両の総重量が大きく変化するが、このように仮想枠の長さ L_0 、 L_i を補正することにより、いつも安全な車間距離（積荷時に大きく、空荷時に小さく）を維持できる。

【0047】図11においては、各車両にタイヤと路面との摩擦係数を把握する摩擦係数推定手段16が設けられ、仮想枠設定手段11は自車の設定値を摩擦係数に応じた長さ L_0 、 L_i に変更する補正機能が付加される。そして、先頭車両30が位置指定局1からの誘導指令を受信すると、図12、図13のように各車両毎に仮想枠の設定値を摩擦係数に応じた長さ L_0 、 L_i に変更する処理（ステップ8、ステップ9、ステップ18、ステップ19）を行い、これに基づいて図3、図4と同じく車々間通信と自車の加減速を制御する。摩擦係数の推定手段16としては、摩擦係数の推定法（三菱自動車 テクニカルレビュー1993 NO. 5 『環境認識技術とシヤ

シ制御への応用』参照）に拠るか、路面摩擦力を測定する μ センサ（社団法人自動車技術会 学術講演会前刷集953 1995-5 『路面摩擦力によるABS制御方式M-ABS装着車の性能について』参照）を採用する。

【0048】図14においては、タイヤと路面との摩擦係数を把握する推定手段に代えて、雨滴を感知する雨感知センサ20が設けられ、仮想枠設定手段11は雨感知センサ20で降雨状態を判定すると、自車の仮想枠の設定値を降雨状態に応じた長さ L_0 、 L_i に大きく変更する補正機能が付加される。そして、先頭車両30が位置指定局1からの誘導指令を受信すると、図15、図16のように各車両毎に雨感知センサ20で降雨状態かどうか判定し、仮想枠の設定値を降雨状態に応じた長さ L_0 、 L_i に大きく変更する処理（ステップ8、ステップ9、ステップ18、ステップ19）を行い、これに基づいて図3、図4と同じく車々間通信と自車の加減速を制御する。

【0049】図17においては、各車両にエンジンのアクセル開度を検出するアクセル開度センサ17と、車速を検出する車速センサ14と、これらの検出値から下坂走行を判定する手段19が設けられ、仮想枠設定手段11は下坂判定時に自車の仮想枠の長さ L_0 、 L_i を大きく変更する補正機能が付加される。そして、先頭車両30が位置指定局1からの誘導指令を受信すると、図18、図19のように各車両毎にアクセル開度と車速とから下坂走行を判定すると、仮想枠の設定値を下坂用の長さ L_0 、 L_i に変更する処理（ステップ8～ステップ10、ステップ19～ステップ121）を行い、これに基づいて図3、図4と同じく車々間通信と自車の加減速を制御する。

【0050】図示しないが、各車両毎に路面の傾斜状態を検出する勾配センサを設け、仮想枠設定手段11は勾配センサの検出値に応じて仮想枠の長さを登坂時に縮め、下坂走時に大きく変更できるようにしても良い。また、各車両毎に仮想枠の設定値を人為的に変化させる調整部を設け、仮想枠設定手段11はその要求値に応じて仮想枠の長さなどを変更できるようにしても良い。

【0051】各車両において、既述のように実際の現在位置●を現在の目標位置☆と一致させる制御が行われるが、この制御精度はまた車両毎にバラツキを生じる可能性がある。そのため、図20においては、実際の現在位置●と現在の目標位置☆との偏差 Δ_i から自車の制御精度を検出する手段21が設けられ、仮想枠設定手段11は自車の設定値を制御精度に応じた長さ L_0 、 L_i に変更する補正機能が付加される。

【0052】図21、図22はこれらの補正処理を含む制御動作を説明するフローチャートを表す。図21において、位置指定局1から車群の誘導指令として先頭車両の仮想枠先端位置 P_0 を送信装置2を介して通信する

(ステップ1)。先頭車両30はその仮想枠先端位置 P_0 を受信すると、この仮想枠先端位置 P_0 と基準位置の設定値とから現在の目標位置 Δ を求める一方、磁気ネイル5から検出する磁気パルスを積算することにより、自車の実際の現在位置 \bullet を把握する(ステップ2～ステップ4)。そして、現在の目標位置との偏差 Δ_0 を求め、 $\Delta_0 = 0$ になるように自車のアクセル開度およびブレーキ状態を制御する(ステップ5～ステップ7)。これと同時に制御精度として標準偏差(偏差 Δ_1 の単位時間あたりの平均値)を計算し、仮想枠の設定値を標準偏差に応じた長さ L_0 に変更する処理を行い、仮想枠先端位置 P_0 とそのときの仮想枠の長さ L_0 とから1台目の後続車両31へその仮想枠先端位置 P_1 の誘導信号として $P_0 + L_0$ を通信する(ステップ8～ステップ11)。

【0053】図22において、各後続車両31は直前の先行車両から自車の仮想枠先端位置 $P_i = P_{i-1} + L_{i-1}$ を受信すると、自車の仮想枠先端位置 P_i と仮想枠内の基準位置とから現在の目標位置 Δ を求める一方、磁気ネイル5から検出する磁気パルスを積算することにより、車両の実際の現在位置 \bullet を確定し、現在の目標位置 Δ と実際の現在位置 \bullet との偏差を求める(ステップ12～ステップ15)。そして、 $\Delta_i = 0$ になるように自車のアクセル開度およびブレーキ状態を制御する(ステップ16、ステップ17)と同時に、その制御精度として標準偏差(偏差 Δ_i の単位時間あたりの平均値)を計算し、仮想枠の設定値を標準偏差に応じた長さ L_i に変更する処理を行い、仮想枠先端位置 P_i とそのときの仮想枠の長さ L_i とからつぎの後続車両へその仮想枠先端位置 P_{i+1} の誘導信号として $P_i + L_i$ を通信する(ステップ18～ステップ21)。

【0054】なお、図5～図19の各実施形態はそれぞれ単独でも車群走行の安全性を高める効果を得られるが、これらを統合する実施形態として、車両の制動距離に関する既述の書き直し式 $S = t_0 \cdot v_0 + 1/2 \cdot t \cdot v_0^2 \cdot W / (\mu_b \cdot w_1 - W \cdot g \cdot \sin \theta)$ から、各車両毎に必要な制動距離を計算し、仮想枠の設定値をそれぞれ制動距離の変化量に応じた長さ L_0 、 L_i に変更するようにしても良い。

【0055】

【発明の効果】第1の発明によれば、先頭車両に複数台の後続車両が連なる車群の走行制御装置において、先頭車両に仮想枠先端位置の誘導信号を受信する手段と、自車の仮想枠を設定する手段と、仮想枠先端位置と仮想枠の設定長さから自車の仮想枠後端位置をつぎの後続車両へ送信する手段と、仮想枠内の基準位置を設定する手段と、仮想枠先端位置と仮想枠内の基準位置とから現在の目標位置を求める手段と、自車の実際の現在位置を検知する手段と、自車の実際の現在位置を現在の目標位置に一致させるようにアクセルおよびブレーキを制御する手段を設け、各後続車両に直前の先行車両から送信され

るその仮想枠後端位置を受信する手段と、自車の仮想枠を設定する手段と、直前の先行車両の仮想枠後端位置を自車の仮想枠先端位置とみなしてこれに仮想枠の長さを加える自車の仮想枠後端位置をつぎの後続車両へ送信する手段と、仮想枠内の基準位置を設定する手段と、自車の仮想枠先端位置とその枠内の基準位置とから現在の目標位置を求める手段と、自車の実際の現在位置を検知する手段と、自車の実際の現在位置を現在の目標位置に一致させるようにアクセルおよびブレーキを制御する手段を設け、車群の外部から先頭車両へその仮想枠先端位置の誘導信号を送信する手段を設けたので、車群は車両位置でなく各車両の仮想枠を基準に組まれるため、車両の台数が増えても、外部から先頭車両への誘導信号を受けて順次後側へ簡単な車々間通信を行うのみで、車間距離の変動(疎密)を小さく抑えられる。また、自車のみを対象に車間調整の制御系を組めば良いので、その設計も容易になる。

【0056】第2の発明によれば、第1の発明における各車両の現在位置を検知する手段として、車線に沿って路面上を等間隔に配置される磁気ネイルと、磁気ネイルから磁気パルスを検出する磁気センサと、磁気センサの検出パルスを積算するパルスカウンタを設けたので、各車両毎にその磁気パルスを積算することにより、車群走行制御中の走行距離に相当する自車の現在位置を検知できる。

【0057】第3の発明によれば、第1の発明における各車両の現在位置を検知する手段としてGPS受信装置を設けたので、各車両毎にGPS情報から自車の現在位置を検知できる。

【0058】第4の発明によれば、第1の発明における先頭車両の仮想枠先端位置の誘導信号を送信する手段として、仮想枠先端を経時的に位置指定する基地局と、その指令を道路に沿って先頭車両に通信する送信装置を設けたので、道路に沿う広い誘導範囲を1つの基地局で賄うことが可能になる。

【0059】第5の発明によれば、第1の発明における各車両の仮想枠を設定する手段は、制御精度として実際の現在位置と現在の目標位置との標準偏差を求める手段と、その偏差値に応じて仮想枠の長さを補正する手段を備えたので、各車両毎に車群走行制御の精度にバラツキを生じても、車間距離を詰めて走行する車群の安全性を確保できる。

【0060】第6の発明によれば、第1の発明における各車両の仮想枠を設定する手段は、人為的に設定値を変化させる手段を備えたので、積載量など車両の動特性変化に対処して仮想枠の長さなど設定値を人為的に調整できる。

【0061】第7の発明によれば、第1の発明における各車両の仮想枠を設定する手段は、車速を検出する車速センサと、仮想枠の設定値を車速に応じた長さに補正す

る手段を備えたので、先頭車両の仮想枠先端位置の誘導信号がその単位あたりの移動量（車速指令）が変化しても、安全な制動距離を適切に確保できる。

【0062】第8の発明によれば、第1の発明における各車両の仮想枠を設定する手段は、自車の総重量を検出する荷重センサと、仮想枠の設定値を自車の総重量に応じた長さに補正する手段を備えたので、積載量などから車両の総重量が変化しても、安全な制動距離を適切に確保できる。

【0063】第9の発明によれば、第1の発明における各車両の仮想枠を設定する手段は、自車のタイヤと路面との摩擦係数を求める手段と、仮想枠の設定値を摩擦係数に応じた長さに補正する手段を備えたので、天候などの要因でタイヤと路面との摩擦係数が変化しても、安全な制動距離を適切に確保できる。

【0064】第10の発明によれば、第1の発明における各車両の仮想枠を設定する手段は、路面の傾斜を検出する勾配センサと、仮想枠の設定値を路面の勾配に応じた長さに補正する手段を備えたので、登坂走行時に車間距離を縮め、下坂走行時に車間距離を大きく取って走行することが可能になる。

【0065】第11の発明によれば、第1の発明における各車両の仮想枠を設定する手段は、エンジンのアクセル開度を検出するアクセル開度センサと、車速を検出する車速センサと、これらの検出信号から下坂走行を判定する手段と、その下坂判定時に仮想枠の設定値の長さを大きく補正する手段を備えたので、下坂走行時に安全な制動距離を適切に確保できる。

【0066】第12の発明によれば、第1の発明における各車両の仮想枠を設定する手段は、雨滴を感知する雨感知センサと、その検出信号に基づいて降雨状態を判定すると仮想枠の設定値の長さを大きく補正する手段を備えたので、路面摩擦力が低下する雨天走行時に安全な制動距離を適切に確保できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施形態を説明する概要図である。

【図2】そのブロック構成図である。

【図3】同じく先頭車両の制御内容を説明するフローチャートである。

【図4】同じく後続車両の制御内容を説明するフローチャートである。

【図5】別の実施形態を表すブロック構成図である。

【図6】その先頭車両の制御内容を説明するフローチャートである。

【図7】同じく後続車両の制御内容を説明するフローチャートである。

【図8】別の実施形態を表すブロック構成図である。

【図9】その先頭車両の制御内容を説明するフローチャートである。

【図10】同じく後続車両の制御内容を説明するフローチャートである。

【図11】別の実施形態を表すブロック構成図である。

【図12】その先頭車両の制御内容を説明するフローチャートである。

【図13】同じく後続車両の制御内容を説明するフローチャートである。

【図14】別の実施形態を表すブロック構成図である。

【図15】その先頭車両の制御内容を説明するフローチャートである。

【図16】同じく後続車両の制御内容を説明するフローチャートである。

【図17】別の実施形態を表すブロック構成図である。

【図18】その先頭車両の制御内容を説明するフローチャートである。

【図19】同じく後続車両の制御内容を説明するフローチャートである。

【図20】別の実施形態を表すブロック構成図である。

【図21】その先頭車両の制御内容を説明するフローチャートである。

【図22】同じく後続車両の制御内容を説明するフローチャートである。

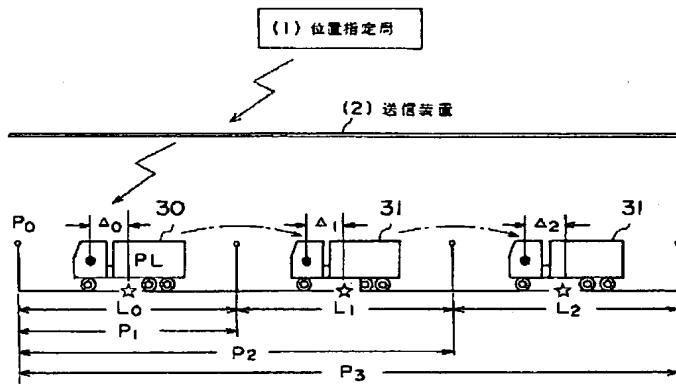
【図23】従来技術の説明図である。

【図24】この発明のクレーム対応図である。

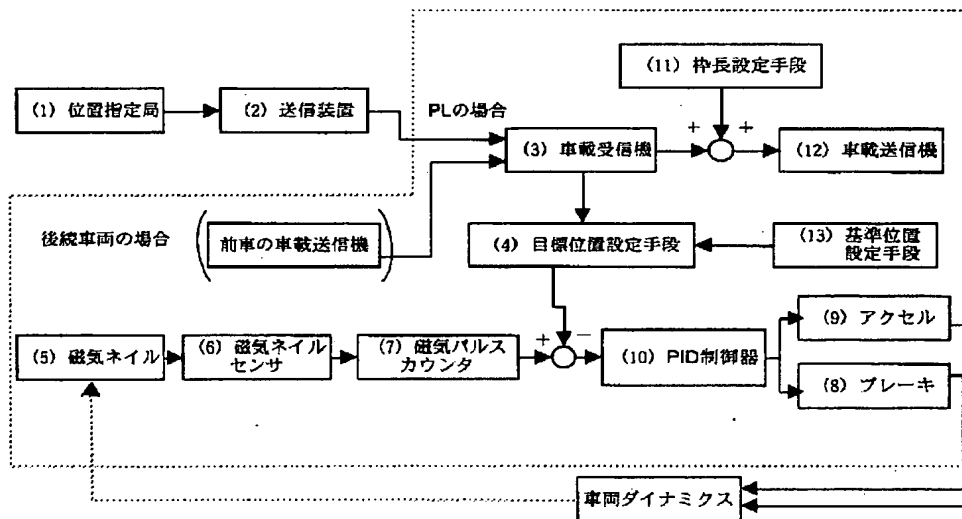
【符号の説明】

- 1 位置指定局
- 2 送信装置
- 3 各車両の受信機
- 4 目標位置決定手段
- 5 磁気ネイル
- 6 磁気センサ
- 7 パルスカウンタ
- 8 ブレーキアクチュエータ
- 9 アクセルアクチュエータ
- 10 PID制御器
- 11 仮想枠設定手段
- 12 各車両の送信機
- 13 基準位置設定手段
- 14 車速センサ
- 15 荷重センサ
- 16 摩擦係数推定手段
- 17 アクセル開度センサ
- 20 雨感知センサ
- 21 制御精度検出手段

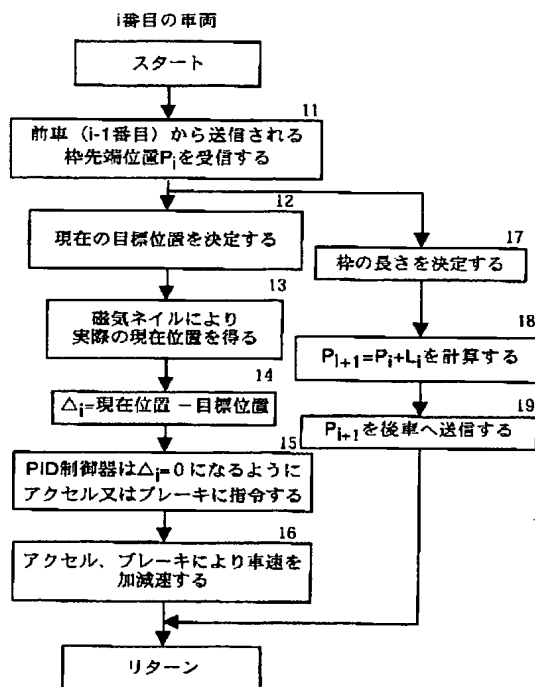
【図1】



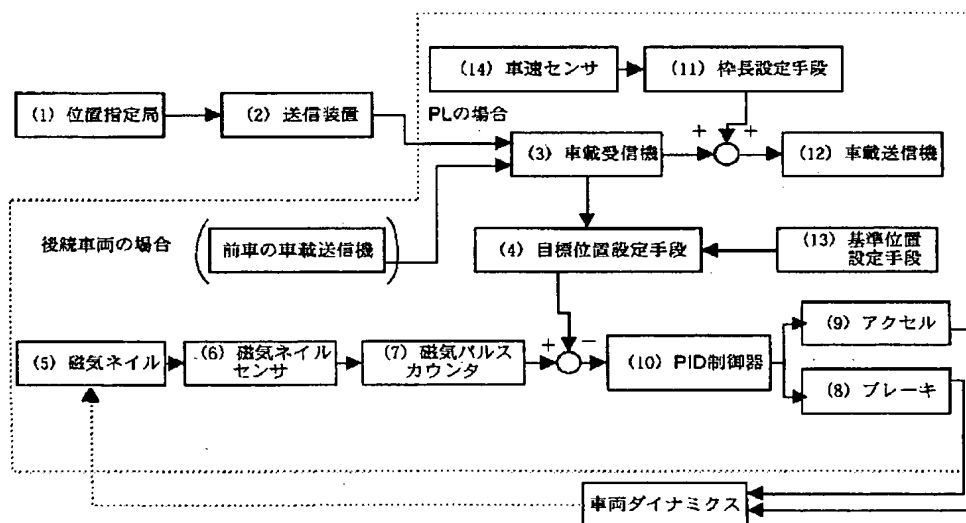
【図2】



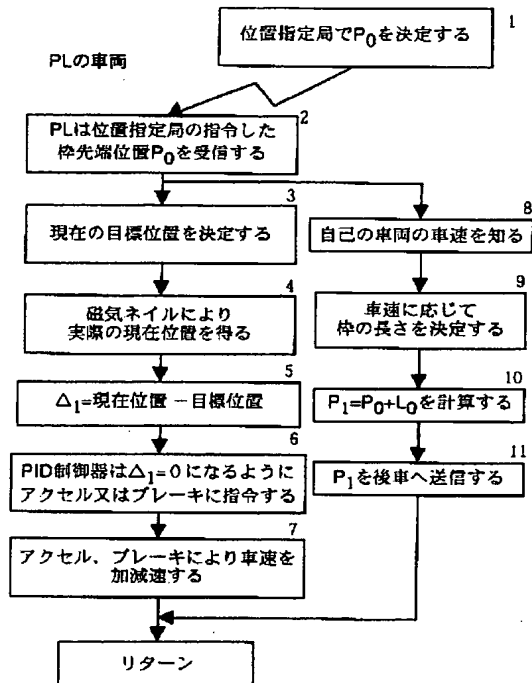
【図4】



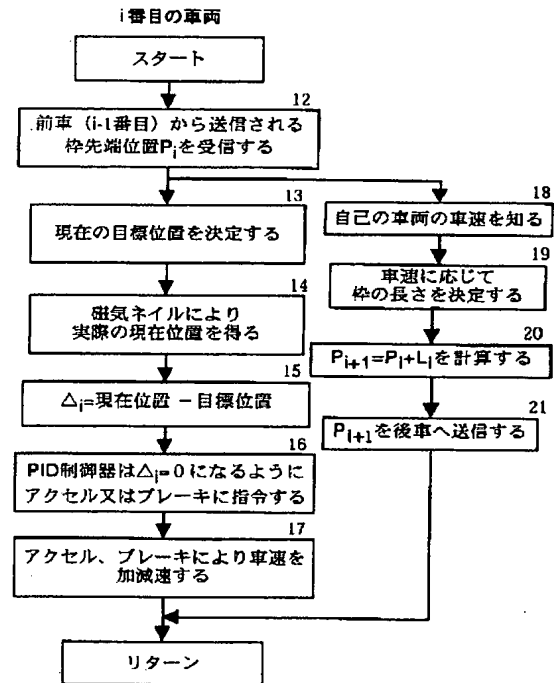
【図5】



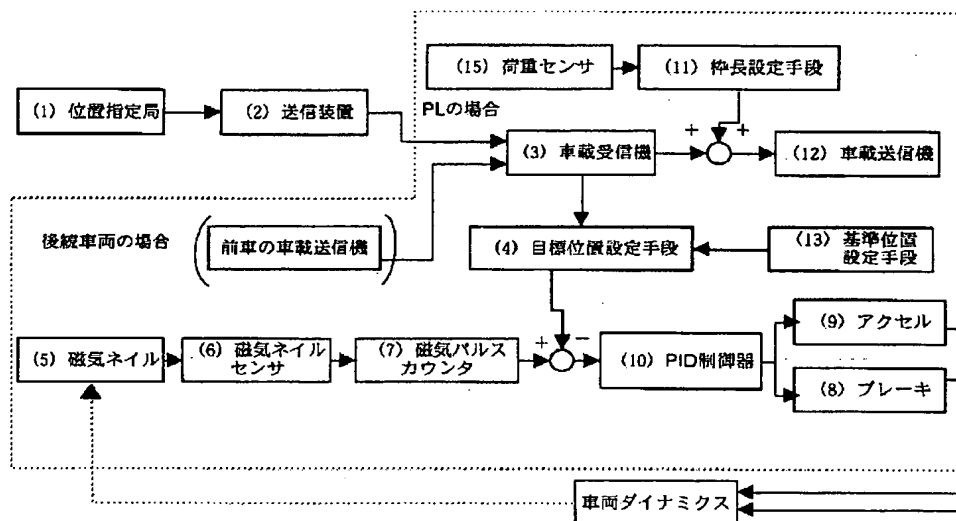
【図6】



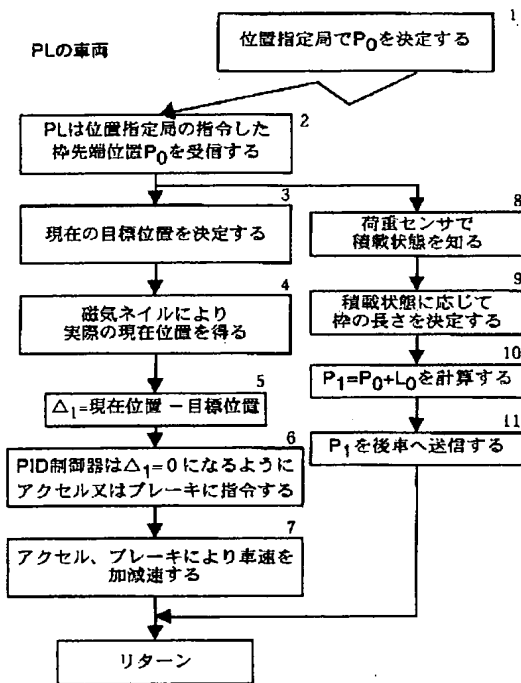
【図7】



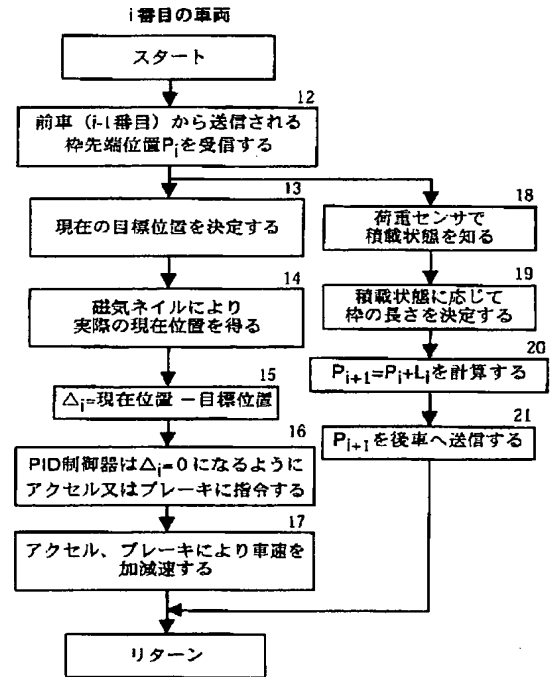
【図8】



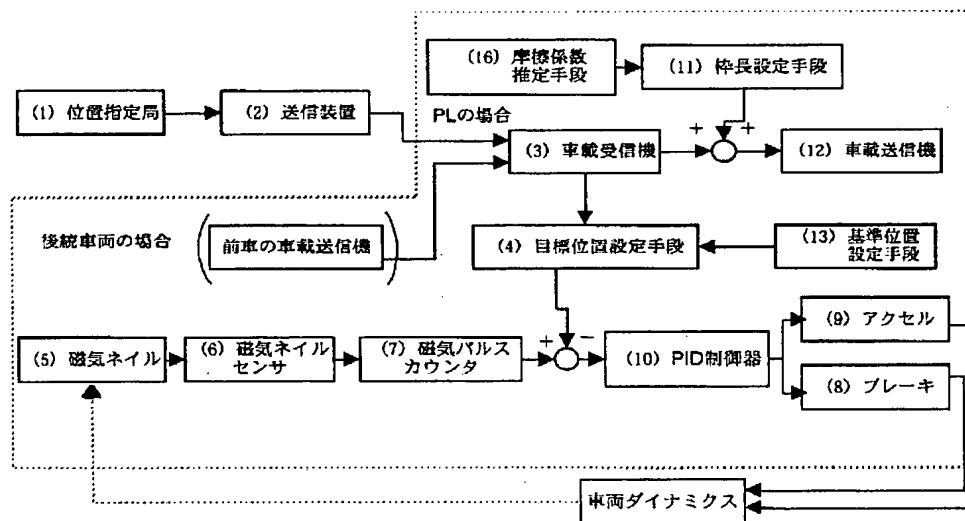
【図9】



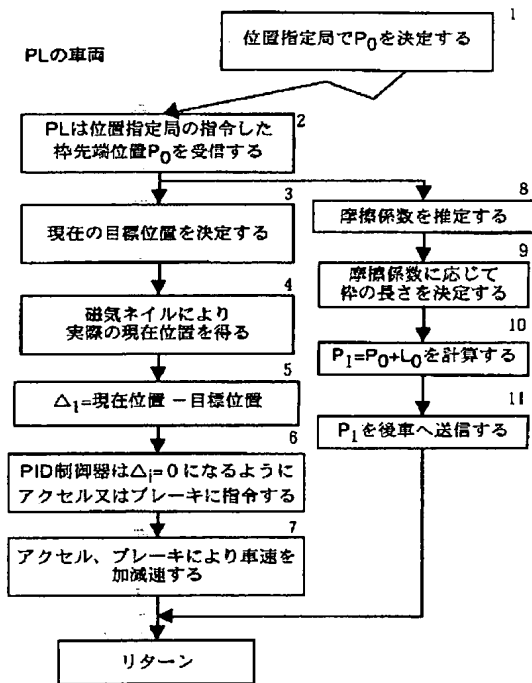
【図10】



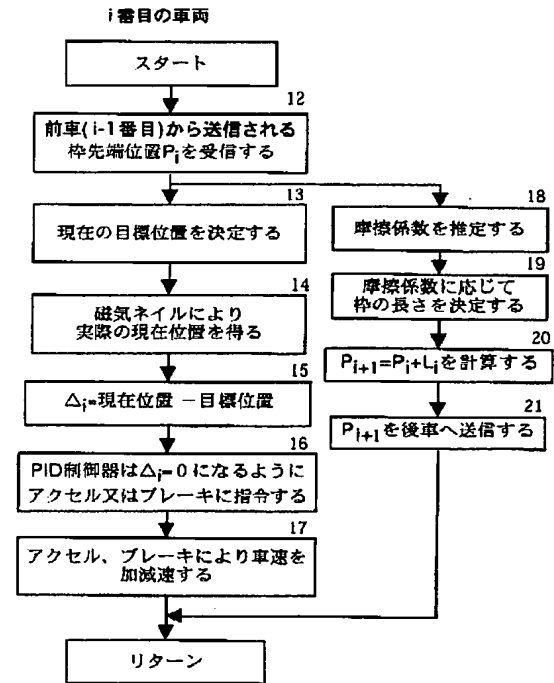
【図11】



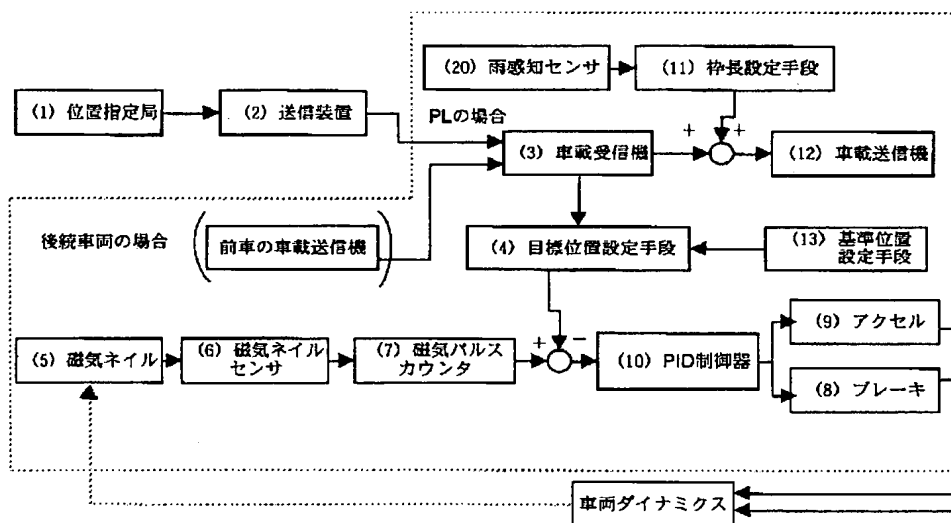
【図12】



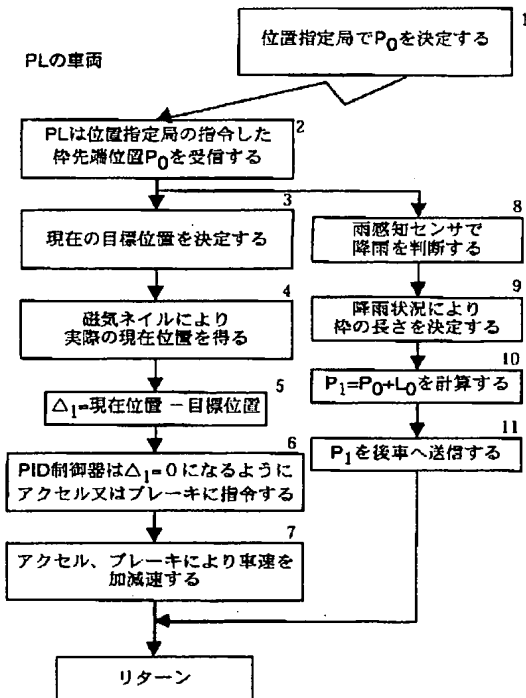
【図13】



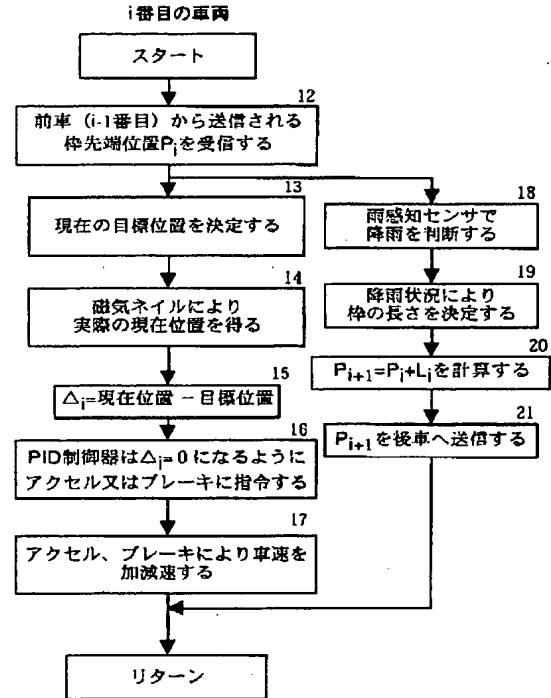
【図14】



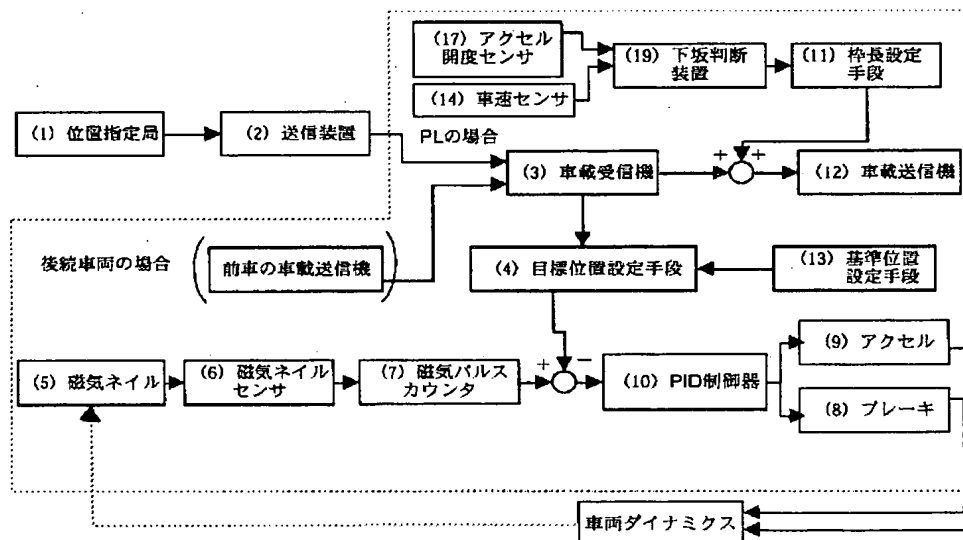
【図15】



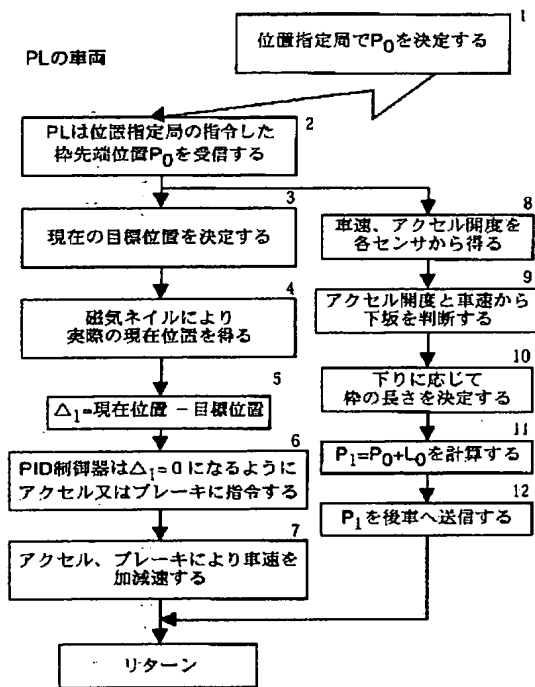
【図16】



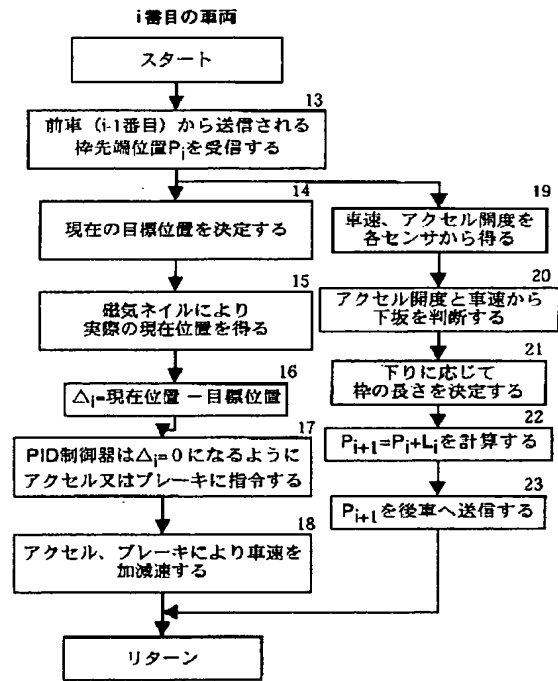
【図17】



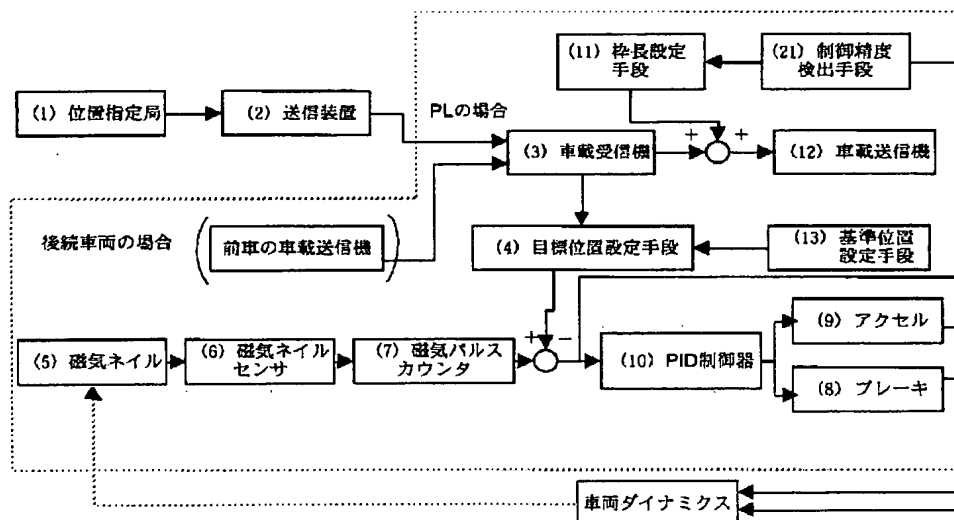
【図18】



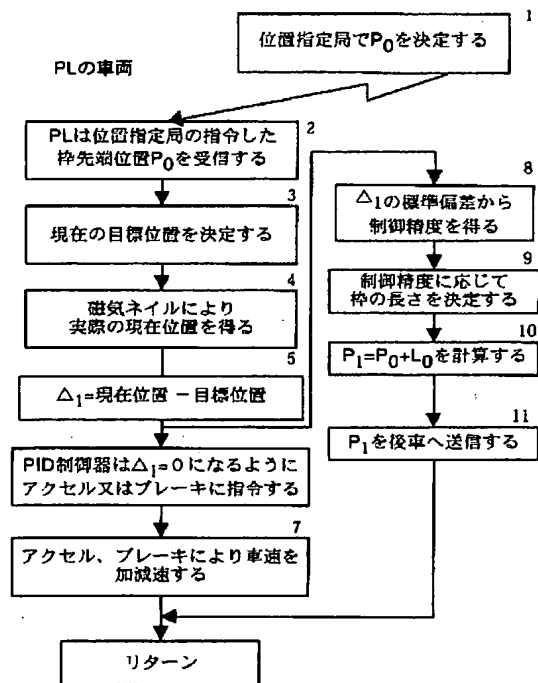
【図19】



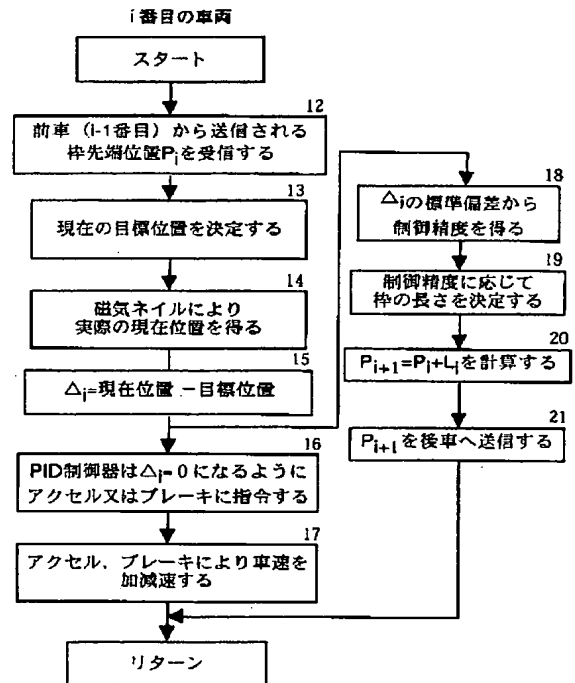
【図20】



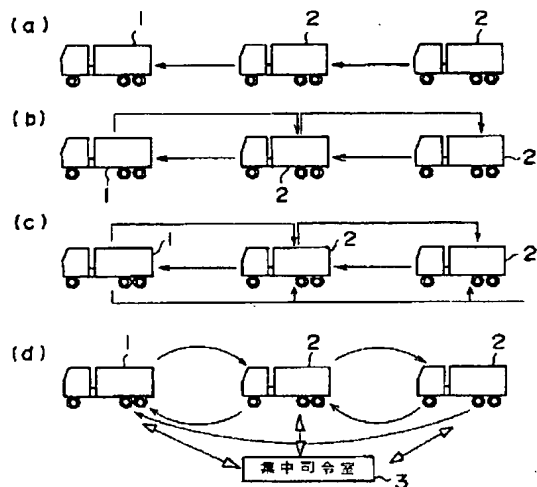
【図21】



【図22】



【図23】



【図24】

